

Винахід відноситься до загального машинобудування і поширюється на способи й пристрої контролю герметичності порожнистих виробів з переважним використанням у космічній техніці для контролю герметичності відсіків космічних апаратів.

В даний час для контролю герметичності виробів застосовується, в основному, мас-спектрометричний метод, див., наприклад, ОСТ 92-1527-79 СРСР. Стосовно до космічних апаратів з більшими розмірами, цей метод, незважаючи на високу чутливість, потребує створення громіздких вакуумних камер, застосування масспектрометричних течешукачів з залученням кваліфікованого персоналу для їхнього обслуговування і використання як контрольного газу гелію, який внаслідок високої проникаючої спроможності здебільшого несумісний із напівпровідниковою радіоелектронною апаратурою, встановленою всередині герметичних відсіків. Тому в даний час для контролю герметичності космічних апаратів все частіше використовується метод, заснований на приєднанні до герметичного відсіку еталонної ємності з їхнім роз'єднанням після вирівнювання тиску газу і повторним з'єднанням через манометр після витримки з виміром зміни тиску у відсіку щодо еталонної ємності (див., наприклад, авторське свідоцтво СРСР №1769033, МПК G01M3/00), Незважаючи на простоту, цей метод має суттєвий недолік, що полягає у великій похибці виміру негерметичності внаслідок різниці температур газу у відсіку і еталонній ємності.

Для вирівнювання температури газу в порожнині виробу і еталонній ємності по авторському свідоцтву СРСР №1224640, МПК G01M3/04, запропоноване розміщення еталонної ємності не зовні виробу, а усередині випробуваного виробу - прототип. У цьому способі еталонна ємність заповнюється газом до тиску, що перевищує тиск у порожнині виробу, і за рахунок наявності в ній пружної ділянки поверхні виконує функцію датчика тиску, за показниками якого визначають величину негерметичності порожнини виробу внаслідок спаду тиску в ній. Однак, як показали випробування, цей спосіб незначно підвищує точність виміру негерметичності через велику різницю температур газу в різних зонах внутрішньої порожнини випробуваного виробу, що досягає 2°C. Тому різниця температур газу в локальній зоні виробу і в еталонній ємності може досягати також 2°C. Ця різниця в температурах на два порядки вище потрібної. За результатами розрахунку для достовірного визначення негерметичності, при якій гарантується робота космічних апаратів на протязі 10 років, різниця температур газу у відсіку і еталонній ємності не повинна перевищувати 0,01°C.

В основу винаходу поставлено завдання вирівнювання температур у виробі і розташованій в ньому еталонній ємності шляхом примусового перемішування газу у виробі від початку до закінчення випробувань з одночасним виміром температури газу як у виробі, так і в еталонній ємності, та їхнє роз'єднання на фіксований інтервал часу для визначення перепаду тиску між ними тільки після вирівнювання температур газу в них, що виключило похибку у визначенні перепаду тиску за рахунок нерівності температур газу у виробі і еталонній ємності і, тим самим, забезпечило підвищення точності контролю герметичності.

Таким чином, у порівнянні з прототипом, запропонований спосіб має такі відмітні ознаки:

1. Вирівнювання температури газу у виробі і еталонній ємності шляхом примусового перемішування газу у виробі від початку, до закінчення випробувань і одночасного виміру температури газу у виробі і еталонній ємності.

2. Роз'єднання порожнин виробу і еталонної ємності на фіксований інтервал часу для визначення перепаду тиску між ними тільки після вирівнювання температур газу в них.

При додатковому аналізі ознака 1 була частково виявлена в способі по авторському свідоцтву GPCR №1566238, МПК G01M3/02. Проте, в ньому вирівнювання температури газу у виробі і еталонній ємності не передбачено, а перемішування газу у виробі провадиться тільки до моменту вирівнювання концентрації контрольного газу. Крім того, контроль температури газу при його-перемішуванні в цьому способі не провадиться.

Ознака 1 була частково виявлена також у способі контролю герметичності по авторському свідоцтву СРСР №1120199, МПК G01M3/26, відповідно до якого вимірюють температуру газу у випробуваній і еталонній ємностях, а про розмір витоку газу судять по зміні співвідношення температури в них. При контролі температури перемішування газу у випробуваній ємності для вирівнювання

температури газу в ній і еталонній ємності в цьому способі не передбачено.

Таким чином, відмітна ознака 1, що передбачає одночасні процеси перемішування газу для вирівнювання температур газу у виробі й еталонній ємності і контролю його температури, виключає похибку виміру перепаду тиску за рахунок неоднаковості температур газу і тому підвищує точність контролю герметичності.

Відмітну ознаку 2 у прототипі і аналогах не виявлено.

Отже, у відомих способах контролю герметичності відбувається або перемішування газу у виробі без виміру його температури, або вимірюється температура газу без його перемішування. Вирівнювання температури газу у виробі і в розміщеній в ньому еталонній ємності при контролі герметичності в жодному з існуючих способів не передбачено.

Вирівнювання цієї температури в запропонованому способі відбувається за рахунок перемішування газу у виробі з одночасним контролем його температури як у виробі, так і в еталонній ємності. При цьому, якщо у відомому способі перемішування газу відбувається до моменту вирівнювання концентрації контрольного газу, то в запропонованому - від початку до закінчення контролю герметичності. Слід зазначити, що якщо у відомих способах роз'єднання порожнин виробу, і еталонної ємності на фіксований інтервал часу роблять при будь-якій температурі газу, то в запропонованому способі - тільки після вирівнювання температури газу в згаданих порожнинах. Крім того, якщо у відомому способі контроль температури газу у виробі і еталонній ємності проводять для уведення температурної поправки на розміри тиску в них, то в запропонованому способі - для встановлення моменту вирівнювання цих температур. Саме з цього моменту дозволяється роз'єднання порожнин виробу і еталонної ємності для визначення перепаду тиску між ними.

Взаємозв'язок відомих і відмітних ознак дозволяє виключити різницю в температурі газу у виробі і еталонній ємності і підвищити точність виміру негерметичності за рахунок виключення температурної похибки при контролі розміру спадання тиску у виробі в порівнянні з еталонною ємністю за фіксований інтервал часу.

Для пояснення принципу контролю герметичності виробу по запропонованому способу додається схема випробувань виробу.

Перед початком контролю герметичності виріб 1 і еталонну ємність 2 заповнюють газом, наприклад, азотом, до необхідного надмірного тиску шляхом відкриття вентиля 3 при попередньо відкритих вентилях 4, 5, 6. Після заповнення виробу до необхідного тиску, що контролюється по манометру 7, вентиль 3 закривають і починають перемішування газу у виробі, наприклад, увімкненням вентилятора 8 з одночасним контролем температури газу у виробі і еталонній ємності за допомогою термометрів 9 і 10. При контролі герметичності космічних апаратів для, перемішування газу вмикають принаймні один з вентиляторів системи терморегулювання. На схемі зображені термометри у вигляді термопар, які підключені в систему контролю температури, наприклад по "мостовій" схемі, проте можливе використання і інших високоточних термометрів, наприклад, газових. При перемішуванні газу і контролю його температури контролюють також різницю тиску газу у виробі і еталонній ємності, наприклад, за допомогою водяного диференціального манометра 11.

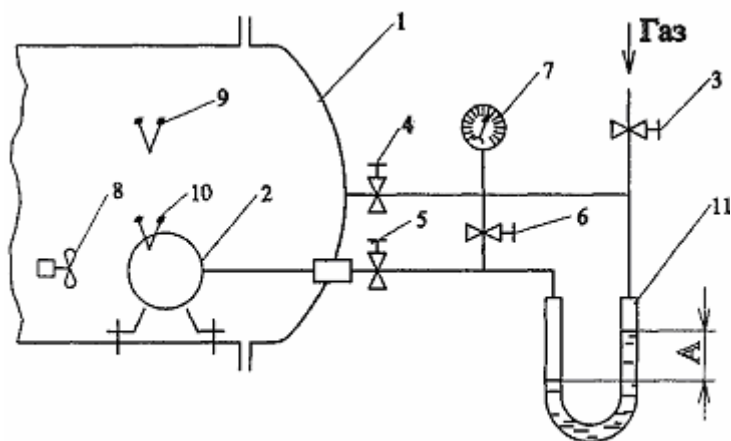
Тільки після досягнення рівності температур і тисків газу у виробі 1 і еталонній ємності 2 їх роз'єднують закриттям вентиля 6 і роблять витримку на фіксований інтервал часу. У процесі витримки перемішування газу і контроль його температури у виробі і еталонній ємності не припиняють. Час витримки визначають з умови достовірного контролю перепаду тиску газу між виробом 1 і еталонною ємністю 2 за допомогою манометра 11 при заданому ступені негерметичності виробу, що може складати від декількох хвилин до декількох годин.

Після закінчення витримки визначають спадання тиску газу у виробі за рахунок його негерметичності в порівнянні з тиском в еталонній ємності по різниці  $A$  рівнів рідини в колінах манометра 11. Величину спадання тиску фіксують тільки в той проміжок часу, при якому дотримується рівність температур газу у виробі і еталонній ємності. Про розмір негерметичності виробу судять по спаданню тиску в ньому за час витримки.

Після закінчення витримки і визначення негерметичності виробу припиняють перемішування газу в ньому і контроль температур. Вентилі 4 і 5 перекривають і від'єднують від них магістралі до манометрів 7 і 11.

Застосування запропонованого способу контролю герметичності

виробів дозволяє значно підвищити точність контролю герметичності по спаданню тиску за рахунок примусового перемішування газу у виробі, контролю і вирівнюванню температур газу в них і еталонної ємності, що виключають основну похибку через неоднаковість цих температур. В наслідок з'являється реальна можливість і виключення будівництва громіздких і дорогих вакуумних камер, використання маспектрометричних течеукачів і гелія як контрольного газу, який ще погіршує працездатність радіоелектронної апаратури, розташованої в середині виробів.



Фіг.